

CLIPPEDIMAGE= JP362217880A  
PAT-NO: JP362217880A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62217880 A  
TITLE: DRIVING METHOD FOR PIEZOELECTRIC ACTUATOR

PUBN-DATE: September 25, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

GOTO, HIROSHI

HINOTO, OKIFUMI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

OMRON TATEISI ELECTRONICS CO

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP61061558

APPL-DATE: March 18, 1986

INT-CL (IPC): H02N002/00; G05D003/10 ; H01L041/08

US-CL-CURRENT: 310/311, 310/328

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent a piezoelectric actuator from being displacement-drifted, by returning operation voltage to desired voltage, after the operation voltage exceeding the desired voltage is applied to the piezoelectric actuator for a given time and the directions of inductive polarization in a piezoelectric element are aligned.

CONSTITUTION: The input of latch signal is provided, and at the same time, from a timer 16, the output of the pulse of a specified pulse width is generated, By the pulse, an analog switch 19 is turned ON, and an analog switch 17 is turned OFF, and to an operation amplifier 20, the output voltage of a D/A converter 12 and an operation amplifier 15 is applied. Then, on a piezoelectric actuator, the output of operation voltage exceeding desired voltage is generated. When

the pulse output of the timer 16 is completed, then the switch state of the analog switches 17, 19 is reversed and to the operation amplifier 20, the output voltage of the D/A converter 12 and earth potential are applied. As a result, o the piezoelectric actuator, the output of the operation voltage of the desired voltage is generated.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-217880

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月25日

H 02 N 2/00

8325-5H

G 05 D 3/10

7623-5H

H 01 L 41/08

C-7131-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 圧電アクチュエータの駆動方法

⑯ 特 願 昭61-61558

⑰ 出 願 昭61(1986)3月18日

⑱ 発 明 者 後 藤 博 史 京都市右京区花園土堂町10番地 立石電機株式会社内

⑲ 発 明 者 日 戸 興 史 京都市右京区花園土堂町10番地 立石電機株式会社内

⑳ 出 願 人 立石電機株式会社 京都市右京区花園土堂町10番地

\r\n㉑ 代 理 人 弁理士 鈴木 由 充

明 細 書

1. 発明の名称

圧電アクチュエータの駆動方法

2. 特許請求の範囲

① 目標変位に対応する目標電圧を印加して圧電アクチュエータを駆動する方法であって、

圧電アクチュエータに対し前記目標電圧を超える操作電圧を一定時間与えた後、操作電圧を目標電圧に戻してこれを保持することを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

② 前記目標電圧が初期状態の電圧より高い場合において、前記圧電アクチュエータに対し目標電圧より高い操作電圧を一定時間与えた後、操作電圧を目標電圧に下げてこれを保持する特許請求の範囲第1項記載の圧電アクチュエータの駆動方法。

③ 前記目標電圧が初期状態の電圧より低い場合において、前記圧電アクチュエータに対し目標電圧より低い操作電圧を一定時間与えた後、操作電圧を目標電圧に上げてこれを保持する特

許請求の範囲第1項記載の圧電アクチュエータの駆動方法。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

この発明は、例えばXYステージの精密位置決め機構等に用いられる圧電素子を積層して形成されるアクチュエータ(以下単に「圧電アクチュエータ」という)に関連し、殊にこの発明は、この種圧電アクチュエータへ所定の電圧を印加してこれを駆動するための圧電アクチュエータの駆動方法に関する。

<従来の技術>

第4図は、この種圧電アクチュエータの適用例を示すもので、水平なベース1上に圧電アクチュエータ2が組み込まれた精密位置決め機構3が配備されている。この精密位置決め機構3は、基台部4と可動部5とを両側の連結部6、6で一体連結した構造であり、前記各連結部6は複数のヒンジ部7を備えて、前記可動部5が昇降可能な構造に形成されている。基台部4と

可動部 5 との間には前記圧電アクチュエータ 2 が介在させてあり、この圧電アクチュエータ 2 へ電源 8 より所定の電圧を供給することにより、圧電アクチュエータ 2 を上下に伸縮変位させて可動部 5 を昇降動作させる。

上記精密位置決め機構 3 を駆動するのに、従来は圧電アクチュエータ 2 の変位に対応する値の電圧を圧電アクチュエータに一度に印加してこれを駆動する方法がとられている。第 5 図はこの電圧印加方法の具体例を示しており、第 5 図 (1) は矩形波電圧を、第 5 図 (2) は三角波電圧を、それぞれ圧電アクチュエータ 2 に印加するものである。

< 発明が解決しようとする問題点 >

いま圧電アクチュエータ 2 を所望量変位させるとき、第 6 図 (1) (2) に示す如く、圧電アクチュエータ 2 にはその変位に対応する電圧  $V_1$  (ただし図中、 $V_1$  は初期状態の電圧) を印加することになる。この場合に電圧  $V_1$  の印加で圧電アクチュエータ 2 は変位  $d$  だけ変位するが、そ

の後この電圧印加状態を保持するとき、圧電素子内部の誘電分極が時間経過とともに生じてこれが圧電アクチュエータ 2 の変位となって現れ、例えば  $0.1 \mu m$  程度の変位ドリフト  $\Delta d$  が発生する。このため例えば  $0.01 \mu m$  の精度で位置決めを行いたい場合に、圧電アクチュエータ 2 の変位を検出してフィードバック制御する等の必要性が生じ、変位検出系やフィードバック制御系等の導入による装置の複雑化を招き、もしこれらを導入しないときは変位ドリフトの影響により高精度の位置決めが困難である等の問題があった。

この発明は、圧電アクチュエータへ電圧を印加する際、変位ドリフトが生じないような圧電アクチュエータの駆動方法を提供するもので、もって精密位置決め機構等において安定した高精度な位置決めを可能とすることを目的とする。

< 問題点を解決するための手段 >

上記目的を達成するため、この発明では、目標変位に対応する目標電圧を印加して圧電アク

チュエータを駆動する場合に、圧電アクチュエータに対し前記目標電圧を越える操作電圧を一定時間与えた後、操作電圧を目標電圧に戻してこれを保持するようにした。

第 1 図 (1) (2) はこの発明にかかる圧電アクチュエータの駆動方法の具体例を示す。

まず操作前の初期状態の電圧が  $V_1$  であって目標電圧  $V_2$  がこの電圧  $V_1$  より高い場合を想定すると、この場合は圧電アクチュエータに対し目標電圧  $V_2$  より  $\Delta V_1$  だけ高い操作電圧を一定時間  $\Delta t_1$  だけ与えた後、操作電圧を目標電圧  $V_2$  に下げてこれを保持するものである (第 1 図 (1) の a 部分を参照)。

この電圧印加方法によれば、圧電アクチュエータは第 1 図 (2) に示す如く、印加電圧波形に追従して変位するもので、一旦目標変位  $d$  を越えて大きく変位した後、目標変位  $d$  に戻り、その後は印加電圧を一定保持するも、変位ドリフトは生じず、一定の変位を維持する。

つぎに初期状態の電圧が  $V_1$  であって目標電

圧  $V_2$  がこの電圧  $V_1$  より低い場合を想定すると、この場合は圧電アクチュエータに対し目標電圧  $V_2$  より  $\Delta V_2$  だけ低い操作電圧を一定時間  $\Delta t_2$  だけ与えた後、操作電圧を目標電圧  $V_2$  に上げてこれを保持するものである (第 1 図 (1) の b 部分を参照)。

この電圧印加方法によれば、圧電アクチュエータは前記同様、印加電圧波形に追従して変位するもので、一旦目標変位  $d$  を下回って変位した後、目標変位  $d$  に戻り、その後は印加電圧を一定保持するも、変位ドリフトは生じず、一定の変位を維持する。

< 作用 >

このように圧電アクチュエータに対し、目標電圧を越える操作電圧を一定時間与えると、その間に圧電素子内の誘電分極の方向が揃うことになるため、その後操作電圧を目標電圧に戻すときには、不安定な分子は存在しない。従って操作電圧を保持して時間経過しても誘電分極は生じず、圧電アクチュエータは変位せずに安定

となる。市販の圧電アクチュエータ (5 mm × 5 mm × 9 mm : 日本電気株式会社製) を用いた場合、前記  $\Delta V_1$ 、 $\Delta V_2$  を印加電圧 ( $V_2 - V_1$ ) の 20% とし、また  $\Delta t$  を 10 msec 程度とすると、従来の駆動方法では 0.1  $\mu$ m / 10 秒の変位ドリフトがあったのに対し、この発明の駆動方法では 0.01  $\mu$ m / 10 秒以下の変位ドリフトに抑えることができた。

#### < 実施例 >

第 2 図は、この発明の駆動方法を実施するのに用いられる圧電アクチュエータ駆動装置の回路構成例を示し、また第 3 図は第 2 図に示す装置例のタイムチャートである。

図示例において、ラッチ回路 10、11 は圧電アクチュエータへの印加電圧に相当する駆動データをラッチするためのものであり、一方のラッチ回路 10 は今回与えられた駆動データをラッチし、また他方のラッチ回路 11 は前回与えられた駆動データをラッチする構成となっている。D/A 変換器 12、13 はそれぞれラッ

整数倍 ( $k$  倍) され、これが圧電アクチュエータの印加電圧として出力されて、圧電アクチュエータを駆動するものである。なお図中、 $R_1 \sim R_4$  や  $V R_1$  はオペアンプ 14、15、20 の回路を構成する抵抗や可変抵抗に関する回路定数であり、第 1 図に示すオーバーシュート量  $\Delta V_1$ 、 $\Delta V_2$  は可変抵抗の値  $V R_1$  を調整することにより任意に設定できる。

つぎに第 2 図の装置例の動作を説明する。

いま初期状態において、ラッチ回路 10 は圧電アクチュエータへ印加する電圧  $V_1$  に見合う駆動データをラッチしており、D/A 変換器 12 はこのラッチデータをアナログ電圧  $v_1$  に変換して出力している。一方タイマ 16 の出力は "LOW" となっており、そのためアナログスイッチ 17 がオン状態、またアナログスイッチ 19 がオフ状態となっている。よってオペアンプ 20 には D/A 変換器 12 の出力電圧  $v_1$  とアース電位とが与えられ、つぎのアンプ 21 は電圧  $v_1$  を  $k$  倍した電圧  $V_1$  ( $= k v_1$ ) を圧電アクチ

回路 10、11 のラッチデータをアナログ信号 (電圧) に変換するためのもので、各 D/A 変換器 12、13 のアナログ出力はオペアンプ 14 に与えられて、その出力差が演算され、さらにつぎのオペアンプ 15 は前記出力差の定数倍を演算して出力する。

タイマ 16 は前記の時間  $\Delta t$  を設定するためのものであって、その出力をアナログスイッチ 17 の開閉制御信号として機能させると共に、ノット回路 18 による反転出力を他のアナログスイッチ 19 の開閉制御信号として機能させる。なお前記の時間  $\Delta t$  は 10 msec ~ 1 sec に設定し、さらに望ましくは 40 msec 程度に設定する。

前記 D/A 変換器 12 のアナログ出力はオペアンプ 20 へ入力されるもので、またこのオペアンプ 20 には他の入力としてアナログスイッチ 17 を介してアース電位が、また他のアナログスイッチ 19 を介して前記オペアンプ 15 の出力が、それぞれ選択的に与えられる。このオペアンプ 20 の出力はアンプ 21 に与えられて

ュエータへ出力することになる。

つぎにラッチ回路 10 に対し、圧電アクチュエータへ印加する電圧  $V_2$  に見合う駆動データがラッチ信号とともに入力され、これによりラッチ回路 10 はこの駆動データをラッチする。一方他のラッチ回路 11 の方は前記ラッチ信号が送出されてくる瞬間、前記ラッチ回路 10 が先程ラッチしていた前回の駆動データをラッチする。これにより一方の D/A 変換器 12 からはアナログ電圧  $v_2$  が、また他方の D/A 変換器 13 からはアナログ電圧  $v_1$  が、それぞれ出力され、これら電圧  $v_1$ 、 $v_2$  はオペアンプ 14 に与えられる。このオペアンプ 14 では両電圧の差 ( $v_2 - v_1$ ) が演算され、さらにつぎのオペアンプ 15 でこれに定数倍してつぎの出力電圧  $v_{out}$  が得られる。

$$v_{out} = - \frac{V R_1}{R_2} \times (v_2 - v_1) \dots \dots \textcircled{1}$$

ところで前記タイマ 16 はラッチ信号の入力と同時にパルス幅 (前記  $\Delta t$  に相当する) が数

十μsecのパルスを出力する。このパルス出力が出力される間は一方のアナログスイッチ19がオン状態、他方のアナログスイッチ17がオフ状態となり、オペアンプ20にはD/A変換器12のアナログ電圧 $v_z$ とオペアンプ15の前記出力電圧 $v_{out}$ とが与えられる。これによりオペアンプ20はつぎの②式で示す電圧 $v'_{out}$ を出力し、さらにアンプ21はこの電圧 $v'_{out}$ を $k$ 倍した電圧 $V$  (③式で示す)を圧電アクチュエータへ出力する。

$$v'_{out} = v_z + \frac{VR_1}{R_2} \times (v_z - v_1) \quad \dots\dots\dots ②$$

$$\begin{aligned} V &= k v_z + \frac{VR_1}{R_2} \times k (v_z - v_1) \\ &= v_z + \frac{VR_1}{R_2} \times (v_z - v_1) \end{aligned} \quad \dots\dots\dots ③$$

ただし $V_1 = k v_1$ 、 $V_z = k v_z$ である。  
タイマ16のパルス出力が終了すると、アナ

ログスイッチ17、19の各スイッチ状態が逆転し、オペアンプ20にはD/A変換器12の出力電圧 $v_z$ とアース電位とが与えられ、アンプ21は電圧 $v_z$ を $k$ 倍した電圧 $V_z (= k v_z)$ を圧電アクチュエータへ出力することになる。

このような方法で圧電アクチュエータへ電圧を印加すれば、圧電アクチュエータは第3図に示す印加電圧波形に追隨して変位するもので、一旦目標変位を越えて大きく変位した後、目標変位に戻り、その後は印加電圧を一定保持するも、変位ドリフトは生じず、一定の変位を維持する。

なお初期状態の電圧が $V_z$ であって、これより低い目標電圧 $V_1$ を印加する場合も上記と同様であり、ここではオーバーシュート量を第3図に示してその説明を省略するが、この場合も圧電アクチュエータは印加電圧波形に追隨し、一旦目標変位を下回って変位した後、目標変位に戻るものである。

<発明の効果>

この発明は上記の如く、圧電アクチュエータに対し目標電圧を越える操作電圧を一定時間与えて圧電素子内の誘電分極の方向を揃えた後、操作電圧を目標電圧に戻してこれを保持するようになったから、保持電圧印加状態で時間が経過しても誘電分極は生じず、圧電アクチュエータは変位しない。従って圧電アクチュエータには変位ドリフトが生じず、精密位置決め機構等において安定した高精度な位置決めを実現できる。また高精度の位置決めを行うのに、圧電アクチュエータの変位を検出する系や、その検出量をフィードバック制御する系等が全く不要であるため、装置の簡易化が可能である等、発明目的を達成した顕著な効果を奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の駆動方法を示す波形説明図、第2図はこの発明の実施に用いられる装置例の回路ブロック図、第3図は第2図の装置例のタイムチャート、第4図は圧電アクチュエータの適用例を示す説明図、第5図および第6図

は従来の駆動方法を示す波形説明図である。

特 許 出 願 人 立石電機株式会社

代 理 人 弁 理 士 鈴 木 由 充



図5 従来の駆動方法を示す波形説明図

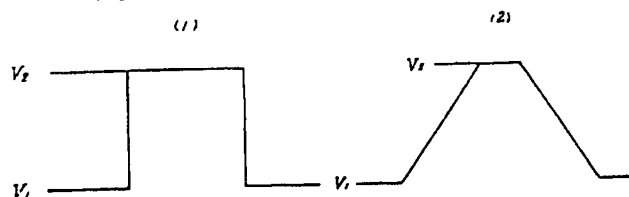


図1 本発明の駆動方法を示す波形説明図

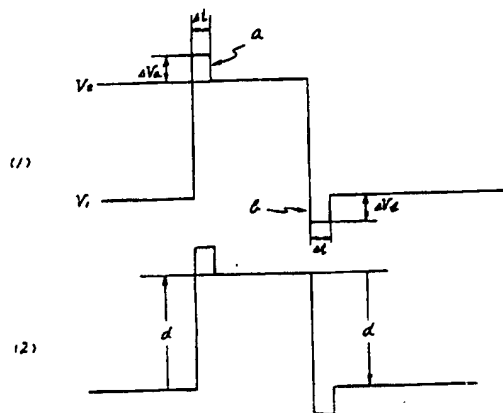


図6 従来の駆動方法を示す波形説明図

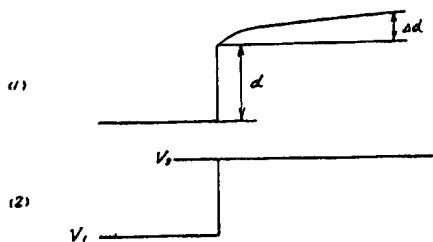


図2 本発明の実施に用いられる装置例の回路ブロック図

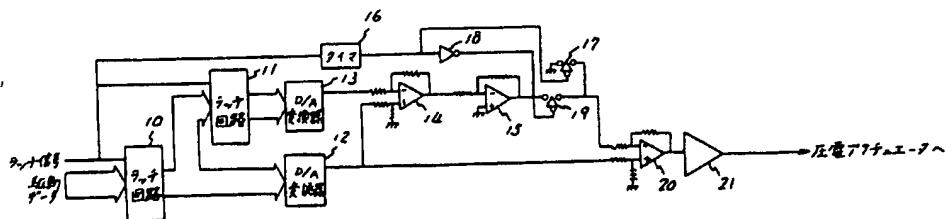


図3 図2に示す装置例のタイムチャート

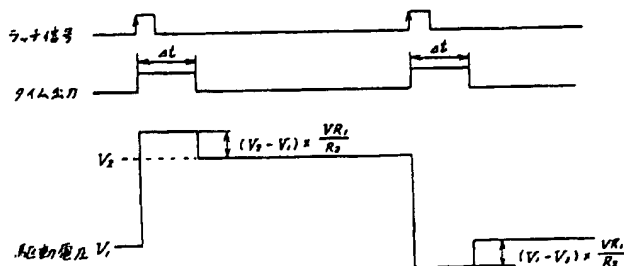


図4 圧電アクチュエータの適用例を示す機構説明図

